

Sera gazı azaltımı için alternatif karbon vergisi uygulamaları etki analizi: 2018 yılı için bulgular

Reyhan Özeş

Akdeniz Üniversitesi, Ekonomi Bölümü, Antalya
e-posta: reyhanozes@yahoo.com

Selim Çağatay

Akdeniz Üniversitesi, Ekonomi Bölümü, Antalya
e-posta: selimcagatay@akdeniz.edu.tr

Özet

Türkiye sera gazı emisyonlarında tarihsel sorumluluğu düşük ancak bu emisyonları çok hızlı artış gösteren bir ülkedir. Uluslararası iklim politikalarının amaçlarına katkıda bulunulması amacıyla Türkiye'nin fosil yakıt kullanımını ve endüstriyel süreçleri kontrol altına alması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, sera gazı emisyonlarının azaltılması için önerilen bir politika aracı olan karbon vergisinin Türkiye'nin iktisadi büyüme hedeflerine zarar vermeden uygulanabilmesi için alternatifler yaratmaktır. Politika önerisi, karbon vergisinin "kireleten öder prensibine" uygun olarak tüm endüstrilere emisyon paylarına göre veya alternatif olarak en kirli iki endüstri ile birlikte temel enerji endüstrisine uygulanması senaryoları üzerine kurgulanmaktadır. 2012 yılı girdi-çıktı matrisinin kullanıldığı analiz sonuçlarına göre, karbon vergisinin en kirli endüstriler üzerine uygulanması hem çevresel hem de iktisadi hedeflerin eş anlı olarak tutturulmasını kolaylaştıracaktır.

Anahtar kelimeler: Sera gazı emisyonları, karbon vergisi, girdi-çıktı matrisi

Jel kodları: C67, H23, Q5, R11

1. Giriş

Sürdürülebilir büyümenin sağlanmasında en önemli aşamalardan birini insan kaynaklı sera gazlarının yol açtığı iklim değişikliğinin önüne geçilmesi oluşturmaktadır. Başlangıçta büyüme için katlanılabilen bir sorun olan sera gazı emisyonları giderek artmış ve küresel bir sorun haline gelmiştir. Bu durum büyüme

ile doğa arasında denge arayışlarının sorgulanmasını ve araştırılmasını başlatmış ve böylelikle sürdürülebilir büyüme olgusu ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir büyüme ve kalkınma ile genel olarak kaynakların aşırı tüketilmeden kullanılması, büyümenin ve kalkınmanın her şeye rağmen olmaması gerektiği vurgulanmaktadır (Kaypak, 2011: 19-20). Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından hazırlanan “Dünya Koruma Stratejisi” raporunda sürdürülebilir büyüme ve kalkınma, “doğal kaynakları gelecek nesiller için muhafaza etmek” olarak tanımlanmıştır. Diğer yandan Repetto (1992) sürdürülebilir kalkınmayı, insan kaynağını, doğal kaynakları, finansal ve fiziksel sermayeyi insanlık ve uzun dönem refahı için yöneten bir kalkınma stratejisi olarak tanımlamıştır. İktisatçılar bu kavramı tanımlarken genelde yaşam standartlarının belli düzeyde korunması gerektiğini vurgularken; çevre bilimciler biyo-çeşitlilik ve çevre-bilimsel esneklik yönüyle ilgilenmişlerdir. Munasinghe (2001) önerdiği yaklaşımla sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere 3 önemli boyutundan bahsetmiş ve bu boyutlar arasındaki bağlantıları incelemiştir.

Sürdürülebilir büyüme ve kalkınmanın sağlanmasında, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutların kendi aralarındaki etkileşimi ve bağlantıları da önemli bir yer tutmaktadır. Gelecek kuşakların refahının güvence altına alınması için en uygun yolun bir sonraki kuşağın en az günümüzdeki kadar büyük bir sermaye stoğuna erişebilmesinin sağlanması olduğu ortak görüşü üzerine şekillenen tartışma belirli bir düzeyde korunması gereken sermaye stoğunun doğası üzerine yoğunlaşmıştır. Doğal sermaye ile insan üretimi sermaye arasındaki ikame edilebilirlik ilişkisi üzerine devam eden tartışma zayıf ve güçlü sürdürülebilirlik ayrımının ortaya çıkmasını sağlamıştır (Yeni, 2014: 196). Zayıf sürdürülebilirlik kavramının yöntem-bilimsel özellikleri Solow ve Hartwick tarafından oluşturulmuştur. Zayıf sürdürülebilirlik kavramı, insan merkezci bir yaklaşımı benimsemektedir ve bu yaklaşıma göre insan üretimi sermaye doğal sermayeye göre daha önemlidir (Williams ve Millington, 2004: 100). Diğer yandan zayıf sürdürülebilirlik toplam sermaye düzeyi yani insan yapımı sermaye ve doğal sermaye toplamı sabit kaldığı sürece bu iki sermayenin ikame edilebilirliğini göstermektedir. Bu varsayım altında doğal sermaye üretilmiş sermayeye dönüştürülebilir ve doğal sermaye stoğunun azalmasına karşın üretilmiş sermaye ile bu kayıp telafi edilebilirse bu durumda ekonomik kalkınma sürdürülebilir bir nitelik taşıyacaktır. Zayıf sürdürülebilir kalkınma doğal sermaye ve insan yapımı sermaye arasında güçlü bir ikamenin varlığını kabul ettiği için çevre ile ilgili özel sonuçlar ortaya koyamamakta ve çevre kalitesinde de bozulmaya neden olmaktadır. Güçlü sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı temelde doğal sermayenin yapısının fiziksel sermaye, insan sermayesi ve sosyal sermayeden farklı olduğunu ileri sürmektedir. Buna göre doğal sermayenin dünya üzerindeki canlılar için bir yaşam destek sistemi olması ve neredeyse geri döndürülemez olma özelliklerinden dolayı güçlü sürdürülebilirlik temelde insan

üretimi sermayenin doğal sermaye yerine ikame edilebileceği varsayımına karşı çıkmaktadır (Hopwood vd., 2005: 8; Yeni, 2014: 198-199).

Genel olarak sürdürülebilir kalkınmanın prensibinin benimsenmesi ve kurumsal yapıya girip politikaları şekillendirmesi Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için oldukça maliyetlidir. Bu perspektiften yola çıkarak çalışma, sera gazı emisyon artış hızının çok yüksek olduğu Türkiye’de büyümenin çevresel faturasını azaltmak üzere senaryo analizleri yapmaktadır. Amaç daha az kirleterek büyümenin, bir başka ifade ile çevresel önlemler ile yaşanan ekonomik daralmanın önüne geçmenin bir yolunu bulmaktır.

Türkiye, toplam sera gazı emisyon hacminden çok emisyon artış hızıyla dikkat çeken bir ülke durumundadır. Türkiye’de 1990 yılında sera gazı emisyonları düzeyi 207.8 mtCO₂e (milyon ton karbondioksit eş değeri) iken 2014 yılına gelindiğinde bu oran 467.6 mtCO₂e’ne ulaşmıştır. Toplam sera gazı emisyonları içerisinde enerji üretimi %72.5’lik payla en önemli emisyon kaynağını oluşturmaktadır. 1990-2014 döneminde enerji üretiminin yıllık emisyonlardaki payı %64’ten %73 oranına ulaşmıştır. Yine bu dönemde yıllık emisyonlardaki artışın %80’inin enerji üretiminden kaynaklandığı tespit edilmiştir. 1990-2014 döneminde kişi başına düşen emisyonlarda da bir artış meydana gelmiş, 1990 yılında kişi başına 3.77 ton olan emisyonlar 2014 yılına gelindiğinde 6.08 ton’a yükselmiştir (<http://www.tuik.gov.tr/> erişim tarihi: 10.10.2016).

Aralık 2015’te Paris’te yapılan iklim değişikliği konferansında kabul edilen Paris Antlaşması’yla küresel ortalama sıcaklık artışının sanayi öncesi döneme göre 2°C’nin çok altında tutulması ve artışın 1.5°C’de sınırlandırılması yönünde çaba gösterilmesine karar verilmiştir (Yeldan vd., 2016: 37). 4 Kasım 2016’da yürürlüğe giren Paris Antlaşması’yla Kyoto Protokolü’nün aksine ilk kez tüm ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadeleye etkin bir biçimde katılması öngörülmektedir. Böylelikle bu antlaşmayla sürdürülebilir, düşük karbonlu bir gelecek için gerekli yatırımların ve eylemlerin hızlandırılması amaçlanmaktadır (<http://bigpicture.unfccc.int/> erişim tarihi: 10.10.2016). Paris Antlaşması iklim değişikliğiyle küresel mücadele doğrultusunda emisyon azaltımı, uyum, kayıp ve zarar, finansman, teknoloji transferi, kapasite geliştirme, izleme-gözden geçirme-saydamlık ve uygunluk mekanizmalarına dair temel kurallar ortaya koymuştur. 'Aşağıdan yukarıya' olarak adlandırılan bu yöntem "Ulusal Düzeyde Belirlenmiş Katkı Niyetleri" (INDCs) adıyla Paris Antlaşması’na eklenmiştir (Yeldan vd., 2016: 37-38). Türkiye’nin de ulusal anlamda emisyon azaltım hedefini belirleyen en güncel resmi belgesi olan INDC dokümanında, 2030 yılında baz senaryoda öngörülmüş olan 1.175 milyon ton CO₂ eşdeğeri sera gazı salınımını %21 oranında azaltımla 929 milyon ton CO₂ eşdeğerine indirmeyi hedeflediği beyan edilmiştir (<https://www.csb.gov.tr/> erişim tarihi: 01.02.2017). Bu doğrultuda küresel ölçekte 2°C hedefine ulaşmak için düşük karbonlu kalkınma yolunda kayda değer bir yol alınabileceği belirtilmektedir.

Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanı'nın gerçekleştirilebilmesi için konuya mevcut ilgili ulusal ve sektörel plan ve politika çerçevesinde bakılmasında fayda bulunmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye'nin Onuncu Kalkınma Planı'nda yer alan hedef ve politikalar önem arz etmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, 2013: 63). 2014-2018 dönemini kapsayan Onuncu Kalkınma Planına göre uygulanacak politikalar sonucunda reel GSYH'nın ortalama %5.5 oranında artış göstermesi öngörülmektedir. Bu bağlamda Türkiye için en önemli husus, iklim değişikliğine katkıda bulunmak amacıyla emisyon azaltımına yönelik uygulayacağı iktisadi politikaların ekonominin büyüme hedefleri ile ters düşmemesidir. Yani çevresel hedeflere ancak ekonomik hedeflerle birlikte uyum sağlayarak ulaşmak kabul edilebilir olacaktır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin sera gazı emisyonlarına yönelik hedefleri ve bu hedeflere yönelik uygulamaları Onuncu Kalkınma Planı'nda öngörülen ekonomik hedefleri doğrultusunda incelenmektedir. Bu amaçla sera gazı emisyon azaltımında en etkili araçlardan biri olan karbon vergisi uygulamasının etkileri analiz edilmektedir. Çalışmanın ana argümanı, sera gazı emisyon (büyüme) hedeflerinin, hedeflenen iktisadi büyüme (emisyon azaltımı) önünde bir engel oluşturduğu yönündedir. Dolayısıyla çevresel ve ekonomik hedefler arasındaki uyumsuzluğun en aza indirilmesi amacıyla karbon vergisi iki alternatif senaryo kapsamında değerlendirilmektedir. Çalışmanın temel metodolojisi girdi-çıktı matrisi analizlerine dayanmaktadır. Bu bağlamda ampirik olarak incelenen ilk senaryoda sera gazı emisyon azaltımı amaçlı karbon vergisi tüm endüstrilere uygulanırken, ikinci senaryoda bu vergi en çok salım yapan iki endüstri ile birlikte temel enerji endüstrisine uygulanmıştır. Her iki senaryoda da öncelikle karbon vergisi ile emisyon hedefleri tutturulmaya çalışılmış ve bu hedefler tutturulduğunda ekonomide meydana gelen daralma değerlendirilmiştir. Ampirik analiz sonucu elde edilen en önemli bulgu, sera gazı emisyon hedeflerine “kirleten öder” prensibiyle tüm endüstrilere emisyon paylarına göre karbon vergisi uygulayarak ulaşılmasındansa, seçilmiş en kirli endüstrilere yönelik önlem alınmasının ekonomiyi daha az küçülteceği ve emisyon hedeflerine daha az iktisadi maliyetle ulaşılacağı yönündedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde karbon vergisi uygulamasını ele alan ampirik çalışmalardan oluşan bir yazın taraması özeti verilmektedir. Çalışmanın üçüncü ve dördüncü bölümleri ise sırasıyla kullanılan yöntem ve senaryo analizleri ile elde edilen bulguların açıklanmasından oluşmaktadır. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları değerlendirilmektedir.

2. Literatür taraması

Bu bölümde sera gazı emisyonlarının azaltımında etkili bir politika aracı olan karbon vergisi uygulamasının ekonomik ve çevresel etkilerinin değerlendirildiği çalışmaların ortak bulguları verilmektedir. Ayrıca Türkiye’de karbon vergisi uygulamasının amprik olarak değerlendirildiği az sayıda çalışmanın da özeti burada verilmektedir. Uluslararası yazında ise karbon vergisi uygulaması ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Söz konusu çalışmalara ait mukayeseli bir tablo ekler bölümünde verilmektedir.

Sera gazı emisyon azaltımında karbon vergisinin bir politika aracı olarak kullanıldığı çalışmaların çoğunda static hesaplanabilir genel denge modeli uygulanmış, karbon vergisi ile çeşitli enerji vergilerinin çevre ve ekonomi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmaların en önemli ortak bulgusu karbon vergisi ve diğer enerji vergilerinin bir yandan karbondioksit emisyonlarını azaltırken diğer yandan ekonomide bir daralmaya neden olmasıdır. Ancak bahsi geçen çalışmaların çok büyük bir çoğunluğunda karbon vergisinin ekonomi üzerindeki olumsuz etkisi çeşitli gelir transferi seçenekleriyle önlenmiş veya mümkün olan en az seviyeye indirilmiştir. Genellikle geniş bir ülke setini kapsayan çalışmalarda karbon vergisi gelirleri ekonomiye çok farklı yollardan geri enjekte edilmektedir. Bu bağlamda vergi gelirleri doğrudan ve dolaylı vergi indirimlerinde, hanehalkına, firmalara veya kamuya direkt transfer şeklinde ve emek maliyetlerinin azaltılması yoluyla ekonomiye döndürülmektedir. Çalışmalarda söz konusu geri dönüşüm yöntemleri sonucu karbon vergisinin ekonomi üzerindeki olumsuz etkisinin önemli derecede giderildiği tespit edilmiştir.

Diğer yandan Türkiye’de karbon vergisi ile ilgili yapılan sınırlı sayıdaki çalışmaların tamamında hesaplanabilir genel denge modeli kullanılmıştır. Bu konuda son yapılan çalışmalardan biri Yeldan vd.’ne (2016) aittir. Söz konusu çalışmada, Türkiye ekonomisi için 2012-2030 döneminde, Türkiye’nin Ulusal Niyet Beyanı’ndaki (INDC) emisyonlarda %21 azaltım hedefine ulaşmak amacıyla fosil yakıtlara enerji vergisi uygulanmıştır. Analiz sonucunda enerji vergileriyle karbondioksit emisyonlarında hedeflenen azaltıma ulaşılabileceği ancak milli gelir ve istihdamda bir daralma meydana geleceği tespit edilmiştir. Söz konusu vergi gelirlerinin istihdam vergilerini azaltmada kullanıldığı durumda ise milli gelir ve istihdamda meydana gelen kaybın önemli oranlarda azaltılabileceği öngörülmüştür.

Yeldan ve Voyvoda (2015)’ya ait diğer bir çalışmada ise, sıcaklık artışının 2 derece ile sınırlandırıldığı Paris kongresi hedefine katkıda bulunmak için uygulanan karbon vergisinin çevresel ve ekonomik etkileri 2015-2030 dönemi için değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda 2030 yılında yıllık karbondioksit emisyonlarında önemli miktarda azalma meydana geleceği fakat bununla birlikte 2020 yılına kadar GSYH artışının daha düşük oranlarda gerçekleşeceği

saptanmıştır. Çalışmada karbon vergisi gelirleri yenilenebilir yatırım fonu oluşturularak ekonomiye geri döndürüldüğünde ise 2030 yılı itibariyle ekonomideki negatif etkinin giderilebileceği tespit edilmiştir.

Bir diğer çalışma Bouzaher, Şahin ve Yeldan (2015)'a aittir. Yazarlar 2010-2030 döneminde emisyonlar ile atık üretiminin etkilerini değerlendirmişlerdir. Analizde çoğunlukla imalat ve enerji endüstrilerinden olmak üzere toplulaştırılmış 12 endüstri kapsanmıştır. Çalışmanın kentsel kesim analizinde sera gazı emisyonlarına karbon vergisi uygulamasının yanı sıra sanayi sektörü ile hanehalkı emisyon, katı ve su atıklarına çeşitli çevresel vergiler getirilmiştir. Analizde yeşil vergi gelirleri yeşil mesleklere (greenjob) tahsis edilerek geri dönüştürülmüş ve diğer yandan emek piyasası reformları (yeşil meslekler, ücret vergilerinde azaltım, kentlerdeki sanayi kirleticilerine vergi) getirilmiştir. Kırsal kesim analizinde ise maliyet iyileştirme yoluyla su kullanımı verimliliğini geliştirmek, çayırılık alanların geliştirilmesi/yönetimi ve tarıma elverişli alanların korunması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgularda ancak kentsel ve kırsal reformların birlikte uygulandığı durumda emisyonlar ve kentsel atıkta önemli bir düşüş sağlanabilirken reel GSYH ile istihdamdaki olumsuz etkilerin de giderilebileceği saptanmıştır.

Yine Telli vd. (2008) Türkiye ekonomisi için 2006-2020 döneminde Kyoto Protokolü ile uyumlu çeşitli olası çevresel emisyon azaltım politikalarının ekonomik etkilerini analiz etmişlerdir. Ekonomi özellikle temel enerji ve madencilik endüstrilerinin bulunduğu 10 endüstride toplulaştırılmıştır. Yapılan analizde farklı karbon emisyon kotaları ve karbon vergileri uygulanmıştır. Elde edilen bulgularda karbondioksit emisyon kota oranı düştükçe GSYH, özel yatırım ve toplam karbondioksit emisyon miktarlarında gittikçe daha fazla oranlarda bir azalma saptanmıştır. Karbon vergisi uygulaması sonucunda da toplam GSYH'de ve özel yatırımlarda bir azalış meydana geldiği ve vergi oranı arttıkça bu azalışın da arttığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma birkaç noktada Türkiye'deki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Birincisi yöntem olarak girdi-çıktı matrisi kullanılmıştır. Fiyatların dışsal olarak belirlendiği ve sabit kaldığı varsayımı altında çözümler yapılmaktadır. Politika senaryolarının hedef yılı 2018 yılıdır. Dolayısıyla analiz sonuçları ile gerçekleşecek sonuçları mukayese etmek ve analizlerin tutarlı ve güvenilir olup olmadığını görmek mümkün olacaktır. Diğer tüm ulusal çalışmalar çevresel bir politikanın ekonomiyi küçültücü etkilerini gidermek için bir telafi mekanizmasının etki analizini yapmakta iken çalışmamız daralmanın en düşük ne kadar olabileceği kurgusundan hareket etmektedir. Ayrıca makalenin temel vurgusu hedef olarak birbiriyle çelişen iki politikaya dikkat çekmektir. Politika senaryolarına altyapı oluşturan bilgi tüm ulusal çalışmalarda benzerdir. Bunlar Paris Konferansı gibi çevresel taahhütleri içeren bir antlaşmaya ve yurtiçinde büyüme hedeflerini belirleyen planlara dayanmaktadır.

3. Ampirik yöntem ve analiz

Çalışmada ampirik analizler Türkiye İstatistik Kurumu 2012 yılı girdi-çıkıtı matrisi kullanılarak yapılmaktadır. Bu bağlamda temel girdi-çıkıtı modelinin matris yöntemiyle çözümünü ifade etmede kullanılan formül denklem (1)'de gösterilmektedir. Söz konusu denklemden üretim vektörü çekilerek girdi katsayıları matrisi ve nihai talep vektörü cinsinden elde edilen yeni denklem (2)'de ifade edilmektedir. Denklemde çıktı vektörü (X), birim matris (I) ile çarpılıp eşitliğin sol tarafı X parantezine alındığında denklem (3) elde edilmektedir.

$$X = AX + Y_0 \quad (1)$$

$$X - AX = Y_0 \quad (2)$$

$$(I - A)X = Y_0 \quad (3)$$

Denklem (3)'ün her iki yanını $(I-A)^{-1}$ Leontief Ters Matris ile çarpılırsa denge çıktı çözüm denklemi;

$$X = (I - A)^{-1}Y_0 \quad (4)$$

şeklinde ifade edilir. Denklem 4, üretim teknolojisi (A) veri iken, dışsal olarak belirlenmiş bir nihai talep vektörüne (Y_0) karşılık gelen çıktı (üretim) vektörünü belirlemektedir (Aydoğan, 1999: 21-38).

Denklem 4'ün matris yöntemiyle çözümü ise (5) no'lu denklem ile ifade edilmektedir.

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & -a_{1i} \dots \dots -a_{1n} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) & -a_{2i} \dots \dots -a_{2n} \\ -a_{i1} & -a_{i2} & (1 - a_{ii}) \dots \dots a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ -a_{n1} & -a_{n2} & -a_{ni} \dots \dots (1 - a_{nn}) \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y_0 \quad (6)$$

Nihai olarak ekonomide nihai talep unsurlarından birisi üzerine gelecek dışsal bir şokun arz etkisi matris ifadesiyle denklem (6)'da olduğu gibi gösterilmektedir (Pyatt ve Round, 1979: 856).

Türkiye Aralık 2015'de yapılan 21. Taraflar Konferansı'nda, 195 ülkenin katılımıyla kabul edilen ve 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe giren Paris Antlaşması öncesinde ulusal bazda sera gazı emisyon azaltım hedefini Ulusal Katkı Beyanı (INDC) ile açıklamıştır (<https://www.csb.gov.tr/>; Yeldan vd., 2016: 19). Söz konusu belge, mevcut ekonomik büyüme hedefleri ve enerji kullanım miktarına ilişkin varsayımların sürdüğü durumda, 2030 yılında salımı öngörülen 1175 milyon ton CO₂ eşdeğeri sera gazının %21 oranında azaltılarak yaklaşık 929 milyon ton

CO₂ eşdeğerine indirilmesinin hedeflendiğini açıklamaktadır. Böylelikle Türkiye, Paris Konferansı'nda öngörülen 2030 yılına kadar küresel ölçekte en fazla 2⁰C ısınma hedefini de tutturmayı amaçlamaktadır. Türkiye Ulusal Katkı Beyanı'nda öngördüğü sera gazı emisyonlarına yönelik hedeflerine ulaşırken ekonomik büyüme hedefleri ve politikalarını da göz önünde bulundurmalıdır. Bu doğrultuda dikkate alınması gereken önemli bir ekonomik hedef Onuncu Kalkınma Planı'nda 2014-2018 dönemine ilişkin olarak belirlenmiş olan genel ekonomik büyüme hedefidir. Anılan dönem için reel GSYH'da ortalama %5.5 oranında bir artış öngörülmüş, 2017-2018 yılı için ise %5.9'luk bir büyüme hedeflenmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, 2013: 63).

Yukarıda anılan çeşitli taahhütler ve hedefler birlikte değerlendirildiğinde ortaya çelişkili bir durum çıkmaktadır. Çelişki, ekonomik büyüme hedefleri ile tutarlı enerji kullanımının Türkiye'nin Paris Konferansı taahhütlerini yerine getirmesini zorlaştırmasından doğmaktadır. Bir başka ifade ile Paris Konferansı taahhütlerini yerine getirecek enerji kullanımı ekonomik büyüme hedeflerine ulaşılmasını zorlaştırmaktadır. Çalışmada gerçekleştirilen ampirik analizlerin odak noktası bu çelişkinin varlığını/yokluğunu göstermektir. Analizler yoluyla incelenecek ana argüman; Türkiye'nin Paris Konferansı taahhütlerini yerine getirdiği durumda ekonomik büyüme hedefine ulaşamayacağı argümanıdır. Bu argüman Onuncu Kalkınma Planı'nın son yılı olan 2018 yılı için değerlendirilmektedir. Argümanı değerlendirebilmek için öngörülen politika değişikliği karbon vergisi uygulamasıdır. Geliştirilen senaryo analizlerinin iktisadi boyutunu incelemek için 2012 yılı girdi-çıktı tablosu kullanılmaktadır. Çalışmada TÜİK 2012 yılı 64 endüstrili girdi-çıktı matrisi 15 endüstriye toplulaştırılarak kullanılmaktadır.

3.1. Senaryo tanımları

Birinci senaryoda, tüm endüstrilere toplam sera gazı salımları içindeki paylarına göre bir karbon vergisi uygulanarak sera gazı emisyonlarının 2018 yılı hedefine ulaşması amaçlanmaktadır. Türkiye'nin Paris Konferansı öncesinde sunduğu Ulusal Katkı Beyanı'nda 2030 yılında 1175 milyon ton olarak öngörülen sera gazı CO₂ eşdeğeri salımlarının %21 azaltımla 928.3 mn tona çekilmesi hedeflenmiştir. Söz konusu Beyan toplam sera gazı emisyonlarında yıllık ortalama %6.3 oranında bir artış öngörmüştür. Bu bilgiler ışığında ve Türkiye'nin 2014 yılı gerçekleşen toplam sera gazı emisyon hacmi baz alınarak öncelikle, 2018 yılı için azaltım taahhüdünün olmadığı ve olduğu durumlardaki sera gazı emisyonu hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1**Türkiye'nin Taahhüt Öncesi ve Sonrası Toplam Sera Gazı Emisyon Değerleri**

Mn. Ton CO ₂ e	2018	2030
Toplam Sera Gazı Emisyonları (Baz Senaryo) (taahhüt öncesi)	581.7**	1.175.0*
Paris Konferansı Toplam Sera Gazı Emisyon Hedefi (taahhüt sonrası)	535.5**	928.3*
Toplam Sera Gazı Emisyon Azaltım Hedefi	46.7**	246.7*

Kaynak: *<https://www.csb.gov.tr>. (erişim tarihi: 01.02.2017).

**Yazar tarafından hesaplanmıştır.

İkinci senaryoda ise yine aynı hedefler (2018 yılı salım hedefi 46.7 Mn ton CO₂ e'dir) baz alınarak, en çok sera gazı emisyonu salan iki endüstri ile birlikte temel enerji endüstrisine odaklanılmıştır. Bu endüstrilerden “elektrik, gaz, su, arıtma, altyapı” ve “kimya, plastik ürünler, metalik olmayan mineraller” toplam içinde en çok emisyon payına sahip olan iki endüstridir. Üçüncü endüstri olan “kok ve rafine petrol ürünleri” emisyon payı yüksek olmakla birlikte temel enerji endüstrisi olması sebebiyle ayrıca önem taşımaktadır.

3.2. Senaryo aşamaları

Her iki senaryoda da aşamalar; 2018 yılı sera gazı emisyon hedefinin saptanması; emisyon azalım miktarının endüstrilere dağıtılması; endüstriyel bazda uygulanacak karbon vergilerinin saptanması; ekonomik büyümenin/küçülmenin hesaplanması uygulamalarının etki analizidir. Senaryolarda Tablo 1’de gösterilen 2018 yılı için hedeflenen toplam sera gazı emisyon azaltım miktarı endüstrilerin toplam sera gazı emisyon payları¹ kullanılarak endüstrilere dağıtılmıştır². Daha sonra her bir endüstride öngörülen emisyon azaltımını sağlayacak üretim düşüşü, endüstrilerde birim üretim değerine düşen sera gazı salım katsayıları kullanılarak hesaplanmıştır (Tablo 2).

¹ Endüstrilere göre emisyon payları yüzdesi ekler bölümünde verilmiştir (bk. Ek 4). Endüstriyel emisyon payları hesaplanırken WIOD tablolarından elde edilen endüstriyel emisyon verileri kullanılmıştır (bk. Ek 5). Ek 5’deki 2009 yılına ait endüstriyel emisyon verileri 15 endüstride toplulaştırılmış ve 15 endüstrinin emisyon yüzde payları bulunmuştur. Daha sonra 2014 yılı toplam sera gazı emisyonları miktarı her bir endüstriye ait söz konusu emisyon yüzde payları kullanılarak endüstrilere dağıtılmış ve 2014 yılı endüstriyel emisyon payları elde edilmiştir.

² Endüstriyel emisyon payları hedef emisyon miktarı ile çarpılmıştır.

Tablo 2
Endüstrilere Göre Azaltılması Gereken Emisyon ve Üretim Miktarı

Senaryo 1			
	Birim üretim başına emisyon (ton/TL)	Endüstriyel emisyon azaltım gereksinimi (mn. Ton)	Gerekli üretim değeri azalışı (mn. TL)
Tarım , Orman ve Balıkçılık	0.00027	3.67	13631
Madencilik ve Taşocakçılığı	0.00017	0.22	1346
Gıda, içecekler ve tütün ürünleri	0.00060	1.64	2724
Tekstil, giyim eşyası, deri ve ilgili ürünler	0.00046	0.82	1784
Kok ve rafine petrol ürünleri	0.00298	1.69	567
Kimya, Plastik ürünler ve metalik olm. mineraller	0.00078	7.79	9933
Ana metaller	0.00188	1.76	939
Motorlu kara taşıtları üretimi	0.00236	0.23	97
Orman ürünleri, Kağıt ve Mobilya	0.00185	0.44	237
Metal, elektronik, Optik ve diğer imalat	0.00095	0.37	389
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	0.00127	17.23	13564
İnşaatlar ve inşaat işleri	0.00002	1.95	82286
Taşımacılık ve Depolama	0.00006	6.02	99310
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	0.00000	0.80	295536
Hizmet	0.00001	2.08	201636
Toplam		46.7	723978
Senaryo 2			
	Endüstrilerin Emisyon Payları (%)	Endüstriyel emisyon azaltım gereksinimi (mn. ton)	Gerekli üretim değeri azalışı (mn. TL)
Kok ve rafine petrol ürünleri	3.62	3.04	1020
Kimya, Plastik ürünler ve metalik olm. mineraller	16.69	14.03	17880
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	36.89	29.63	23331
Toplam	57.2	46.70	42231

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Bir sonraki aşamada endüstri bazında azalması gereken üretim değeri ve her bir endüstri için hesaplanan vergi-üretim esneklik³ katsayıları kullanılarak gerekli üretim azalışını verecek karbon vergisi miktarı bulunmuştur (Tablo 3). Endüstriyel bazda üretim azalışının (doğrudan etkiler) yaratacağı endüstriler arası etkileşim (dolaylı etkiler) sonuçları ve buradan doğan ekonomik küçülme etkisi girdi-çıktı matrisinin talep yönlü çözümü ile bulunmuştur. Ayrıca istihdam çarpanları⁴ kullanılarak ekonomik küçülme sonrası endüstri bazında işgücüne yapılan ödemelerdeki azalış saptanmıştır. Doğrudan ve dolaylı etkiler Tablo 4’de verilmektedir.

3.3. Karşılaştırmalı bulgular

3.3.1. Çevresel sonuçlar

Senaryo 1 ve 2 çözümlerinden elde edilen emisyon değerleri Tablo 5’de verilmektedir. Tüm endüstrilere kirlilik paylarına göre karbon vergisinin uygulandığı birinci senaryo sonrasında emisyon azalışının en fazla olduğu endüstrilerin “elektrik, gaz, su, arıtma ve altyapı”, “kimya, plastik ürünler ve metalik olmayan mineraller” ve “taşımacılık ve depolama” endüstrileri olduğu görülmektedir. Söz konusu endüstrilerde toplam sera gazı emisyon azalış miktarları sırasıyla, 17.23 mn. ton, 7.79 mn. ton ve 6.02 mn. ton’dur. Aynı senaryo sonrasında emisyon azalışının en az olduğu “madencilik ve taşocakçılığı”, “motorlu kara taşıtları üretimi” ve “metal, elektronik, optik ve diğer imalat” endüstrilerinde emisyon azalış miktarları sırasıyla 0.22 mn. ton, 0.23 mn. ton 0.37 mn. ton olarak gerçekleşmiştir. İki yoğun kirlletici endüstriye ve temel enerji sektörüne kirlilik paylarına göre karbon vergisinin uygulandığı ikinci senaryo sonrası gerçekleşen emisyon miktarlarına bakıldığında, en fazla emisyon azalışının başta “elektrik, gaz, su, arıtma, altyapı” endüstrisi ve “kimya, plastik ürünler ve metalik olmayan mineraller” endüstrilerinde meydana geldiği görülmektedir. İkinci senaryo sonucunda söz konusu endüstrilerdeki toplam sera gazı emisyon azalış miktarları sırasıyla 29.63 mn. ton ve 14.03 mn. ton’dur. En az emisyon azalışının görüldüğü “kok ve rafine petrol ürünleri” endüstrisinde ise, ikinci senaryo sonrası emisyon azalış miktarı 3.04 mn. ton’dur.

³ Vergi-üretim esnekliği hesaplanırken TÜİK 2002-2012 girdi-çıktı tabloları 15 sektörde toplulaştırılmış ve bu yıllara ait endüstri bazında vergi ve arz verisi arasındaki esneklik katsayıları bulunmuştur.

2012 net vergi ve sübvansiyonlar (Y1)

2002 net vergi ve sübvansiyonlar (Y2)

2012 üretim değeri (X1)

2002 üretim değeri (X2)

Vergi-üretim esneklik katsayısı: $\epsilon_{vü} = \frac{\% \Delta(X_1 - X_2)}{\% \Delta(Y_1 - Y_2)} * \frac{(Y_1 - Y_2)/2}{(X_1 - X_2)/2}$

⁴ Endüstriyel istihdam çarpanları katsayıları Gül (2017)’den elde edilmiştir.

Tablo 3
Endüstrilere Göre Vergi-Üretim Esneklikleri ve Uygulanması Gereken Vergi Miktarları

	Vergi Esneklik Katsayıları	Karbon Vergisi Miktarları (Mn. TL)		Endüstriyel Karbon Vergisi Miktarının Endüstriyel Vergi (Ürün Üzerindeki+ Üretim Üzerindeki Vergi) İçindeki % Payı		Endüstriyel Karbon Vergisi Miktarlarının Toplam Karbon Vergisi İçindeki Payı (%)	
		Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2
Tarım , Orman ve Balıkçılık	0.369	76.41	-	18.65	-	0.342	-
Madencilik ve Taşocakçılığı	1.186	35.71	-	2.59	-	0.160	-
Gıda, içecekler ve tütün ürünleri	0.972	18.88	-	1.29	-	0.085	-
Tekstil, giyim eşyası, deri ve ilgili ürünler	0.766	21.01	-	0.82	-	0.094	-
Kok ve rafine petrol ürünleri	0.920	75.05	135.09	1.40	0.003	0.336	4.929
Kimya, Plastik ürünler ve metalik olm. mineraller	0.744	491.01	883.82	8.00	0.014	2.200	32.250
Ana metaller	0.777	78.63	-	1.73	-	0.352	-
Motorlu kara taşıtları üretimi	0.738	6.14	-	0.24	-	0.028	-
Orman ürünleri, Kağıt ve Mobilya	0.739	8.77	-	0.45	-	0.039	-
Metal, elektronik, Optik ve diğer imalat	0.719	19.69	-	0.39	-	0.088	-
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	0.797	1.000.95	1.721.64	16.04	0.028	4.484	62.821
İnşaatlar ve inşaat işleri	1.005	3.204.29	-	44.33	-	14.355	-
Taşımacılık ve Depolama	0.889	4.709.82	-	27.24	-	21.100	-
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	0.753	8.229.16	-	86.87	-	36.866	-
Hizmet	0.817	4.346.27	-	29.81	-	19.471	-
Toplam		2.321.80	2.740.55	25.89	0.045	100	100

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 4
Üretim ve İşgücüne Yapılan Ödemelerde Daralma

Bin TL	Baz Senaryo* (ekonomi normal seyrinde büyüseydi)	Endüstriyel Üretim Azalışı (doğrudan etki)		Endüstriyel Üretim Azalışı (dolaylı etki)		İşgücüne Yapılan Ödemelerdeki Azalış	
		Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2
Tarım , Orman ve Balıkçılık	4759580	13630604	0	3125 2250	210178	67894	3034
Madencilik ve Taşocakçılığı	5392303	1346069	0	31322011	8599561	206114	9212
Gıda, içecekler ve tütün ürünleri	6839937	2723610	0	25937765	171405	214507	9587
Tekstil, giyim eşyası, deri ve ilgili ürünler	6248774	1784336	0	7558188	212288	214507	9587
Kok ve rafine petrol ürünleri	3506375	566879	1020383	31626837	1945855	101451	4534
Kimya, Plastik ürünler ve metalik olm. mineraller	8991670	9933123	17879622	53520690	23989979	251908	11258
Ana metaller	5913483	938788	0	18456469	479913	510210	22802
Motorlu kara taşıtları üretimi	3673781	97170	0	4399423	37088	278870	12463
Orman ürünleri, Kağıt ve Mobilya	3508449	237016	0	11174024	359984	214507	9587
Metal, elektronik, Optik ve diğer imalat	9220704	388751	0	23567080	813416	394540	17633
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	8517048	13564362	23330702	53042088	39356101	101451	4534
İnşaatlar ve inşaat işleri	15671953	82286061	0	108550978	834405	515783	23052
Taşımacılık ve Depolama	12803013	99309875	0	163848802	1701241	169381	7570
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	16432551	295535519	0	339980641	1672386	301241	13463
Hizmet	38967499	201635708	0	331351223	3529098	263217	11764

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

*Baz senaryo değerleri, endüstrilere ait ortalama büyüme yüzdeleri kullanılarak hesaplanmıştır. Endüstriyel ortalama büyüme yüzdeleri WIOD veri tabanından elde edilen Türkiye'ye ait 2004-2014 yılı girdi-çıktı tablolarından yararlanılarak hesaplanmıştır. Söz konusu tablo 15 sektörde toplulaştırıldıktan sonra her bir endüstriye ortalama büyüme yüzdeleri hesaplanmıştır.

Tablo 5
Senaryolardan Elde Edilen Sera Gazı Emisyon Değerleri

Milyon Ton	Senaryo Öncesi Sera Gazı Emisyonları	Senaryo Sonrası Sera Gazı Emisyonları		Senaryo Sonrası Sera Gazı Emisyonları Azalış Miktarları	
	Senaryo 1	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2
Sektörler					
Tarım , Orman ve Balıkçılık	36.70	33.04	36.70	3.67	0.00
Madencilik ve Taşocakçılığı	2.23	2.00	2.23	0.22	0.00
Gıda, içecekler ve tütün ürünleri	16.43	14.79	16.43	1.64	0.00
Tekstil, giyim eşyası, deri ve ilgili ürünler	8.23	7.40	8.23	0.82	0.00
Kok ve rafine petrol ürünleri	16.93	15.24	13.88	1.69	3.04
Kimya, Plastik ürünler ve metalik olm. Mineraller	78.03	70.23	64.00	7.79	14.03
Ana metaller	17.63	15.87	17.63	1.76	0.00
Motorlu kara taşıtları üretimi	2.29	2.06	2.29	0.23	0.00
Orman ürünleri, Kağıt ve Mobilya	4.38	3.94	4.38	0.44	0.00
Metal, elektronik, Optik ve diğer imalat	3.70	3.33	3.70	0.37	0.00
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	172.49	155.26	142.85	17.23	29.63
İnşaatlar ve inşaat işleri	19.48	17.53	19.48	1.95	0.00
Taşımacılık ve Depolama	60.28	54.26	60.28	6.02	0.00
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	7.98	7.18	7.98	0.80	0.00
Hizmet	20.79	18.72	20.79	2.08	0.00
Toplam	467.55	420.85	420.85	46.70	46.70

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Çevresel sonuçlar değerlendirildiğinde hedef emisyonlara ulaşılırken en fazla azalmanın yaşanacağı endüstri tanımları arasında 2 senaryo arasında bir farklılık ortaya çıkmamaktadır (en az azaltımın gerektiği endüstri tanımları farklılaşmaktadır). Bunun sebebi toplam emisyon içindeki paylara bakıldığında en büyük paya sahip 2 endüstrinin doğal olarak en kirli 2 endüstri olmasıdır. Tabii endüstri bazında gereken azaltım miktarları değişiklik göstermektedir.

3.3.2. İktisadi sonuçlar

Tüm endüstrilere "kirleten öder prensibi" altında kirlilik paylarına göre bir karbon vergisi uygulamasının getirildiği birinci senaryo sonucunda üretim azalışının en yüksek olduğu endüstriler “toptan, perakende ticaret ve konaklama” ile “hizmet” endüstrileridir. Üretim azalışının (doğrudan etki) en düşük olduğu endüstriler ise “motorlu kara taşıtları üretimi”, “orman ürünleri, kağıt ve mobilya” ve “metal, elektronik, optik ve diğer imalat” endüstrileridir. Endüstriler arası üretim azalışına bakıldığında ise (dolaylı etki) “motorlu kara taşıtları üretimi”, “tekstil, giyim eşyası, deri ve ilgili ürünler” ile “orman ürünleri, kağıt ve mobilya” endüstrilerinin en düşük üretim azalışlarına sahip endüstriler olduğu görülmektedir. İkinci senaryo, üretim azalışının en yüksek olduğu endüstriler sırasıyla “elektrik, gaz, su, arıtma ve altyapı” ile “kimya, plastik ürünler ve metalik olmayan mineraller” endüstrileridir. Üretim azalışının en düşük olduğu endüstriler “motorlu kara taşıtları üretimi” ve “gıda, içecekler ve tütün ürünleri” endüstrileridir (Tablo 6).

Her iki senaryo sonucuna göre işgücüne yapılan ödemeler değerlendirildiğinde, söz konusu azalışın en yüksek olduğu endüstrilerin “inşaat ve inşaat işleri” ile “ana metaller” olduğu saptanmıştır. İşgücüne yapılan ödemelerdeki azalışının en düşük olduğu endüstriler “tarım, orman ve balıkçılık”, “kok ve rafine petrol ürünleri” ve “elektrik, gaz, su, arıtma ve altyapı” endüstrileridir (Tablo 6).

Bu aşamaya kadar gerçekleştirilen analizler Paris Konferansı çevresel hedefleri ile Onuncu Kalkınma Planı büyüme hedeflerinin çelişkili olduğunu ve birbirlerinin hedeflerinin aleyhine sonuçlar doğurduğunu göstermektedir.

Tablo 6
Üretim ve İşgücüne Yapılan Ödemelerde Daralma

Bin TL	Baz Senaryo (ekonomi normal seyrinde büyüseydi)	Endüstriyel Üretim Azalışı		İşgücüne Yapılan Ödemelerdeki Azalma	
		Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2
Tarım , Orman ve Balıkçılık	4759580	31252250	210178	67894	3034
Madencilik ve Taşocakçılığı	5392303	31322011	8599561	206114	9212
Gıda, İçecekler ve Tütün Ürünleri	6839937	25937765	171405	214507	9587
Tekstil, Giyim Eşyası, Deri ve İlgili Ürünler	6248774	7558188	212288	214507	9587
Kok ve Rafine Petrol Ürünleri	3506375	31626837	1945855	101451	4534
Kimya, Plastik ürünler ve Metalik Olm. Mineraller	8991670	53520690	23989979	251908	11258
Ana Metaller	5913483	18456469	479913	510210	22802
Motorlu Kara Taşıtları Üretimi	3673781	4399423	37088	278870	12463
Orman Ürünleri, Kağıt ve Mobilya	3508449	11174024	359984	214507	9587
Metal, Elektronik, Optik ve Diğer İmalat	9220704	23567080	813416	394540	17633
Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	8517048	53042088	39356101	101451	4534
İnşaatlar ve İnşaat İşleri	15671953	108550978	834405	515783	23052
Taşımacılık ve Depolama	12803013	163848802	1701241	169381	7570
Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	16432551	339980641	1672386	301241	13463
Hizmet	38967499	331351223	3529098	263217	11764

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 7
Genel Ekonomik Büyüme Etkisi (%)

	Senaryo 1	Senaryo 2
Ekonomi Geneli Büyüme (Baz Senaryo)	4.42*	4.42*
Ekonomi Geneli Daralma (Karbon Vergisi Uygulaması Sonucu)	-12.51*	-0.85*
2018 Ekonomi Geneli Büyüme Hedefi	5.9**	
2014-2018 Dönemi Ortalama Büyüme Hedefi	5.5**	

Kaynak: *Yazar tarafından hesaplanmıştır.

** Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, 2013: 63.

Tüm endüstrilere kirlilik paylarına göre karbon vergisi uygulamasının getirildiği 1. Senaryo'ya göre, karbon vergisinin ekonomi genelinde meydana getirdiği daralma etkisi %12.5; seçili endüstrilerde karbon vergisi uygulamasının değerlendirildiği 2. Senaryo'ya göre ise söz konusu verginin ekonomi geneli daralma etkisi %0.85'tir. 2018 yılı ekonomi geneli büyüme hedefi (%5.9) göz önünde bulundurulduğunda ek bir politika paketi uygulanmaksızın sadece karbon vergisi uygulamasının ekonomiyi büyüme hedeflerinden oldukça uzaklaştırıldığı görülmektedir (hedefle birlikte değerlendirildiğinde 1. Senaryo %18.5, 2. Senaryo %6.8 civarında bir daralma yaratmaktadır). Karbon vergisinin tüm endüstrilere uygulanmasındansa seçili en kirli 3 endüstriye uygulanması sonucu ekonomi genelinde meydana gelecek daralma etkisinin daha makul ve ılımlı bir seviyede olduğu görülmektedir.

Çevresel hedefi tutturmak amacıyla uygulanan karbon vergisi yükü Senaryo 2'de 1. Senaryo'ya göre daha düşük, buna bağlı olarak da ekonomide üretim ve istihdam anlamında yaşanan daralma daha küçüktür. İki senaryonun ekonomik etkilerinin farklılaşması endüstriler arası etkileşim (dolaylı etkiler) ve endüstriyel ileri/geri bağ etkilerinden kaynaklanmaktadır. Birinci senaryoda her ne kadar daha adil bir uygulama gibi görünen "kirleten öder prensibi" uygulamaya koyulsa da, bu senaryoda tüm endüstrilere vergi yükü geldiğinden bu 15 endüstrinin yarattığı dolaylı daralma etkisinin hacmi, 2. senaryoda sadece 3 endüstrinin yarattığı dolaylı daralma etkisinden çok daha büyüktür.

4. Sonuç

Bu çalışmada, Paris konferansı ve Onuncu Kalkınma Planı hedefleri doğrultusunda, iktisadi ve çevresel hedeflerin uyumu/uyumsuzluğu incelenmektedir. Bu amaçla karbon vergisinin araç olarak kullanıldığı iki adet senaryo geliştirilmiştir. Senaryoların ortak hedefi, sera gazı emisyonlarını azaltırken kullanılacak söz konusu politika aracının ekonomiyi en az küçültecek şekilde veya en az küçülmeyi sağlayacak şekilde uygulanmasıdır.

Birinci senaryoda tüm endüstriler emisyon içindeki paylarına göre vergilendirilmiştir. Yani "kirleten öder prensibi" ile emisyon salımı yüksek/düşük olan endüstriye yüksek/düşük karbon vergisi bindirilmiştir. İkinci senaryoda ise tüm vergi yükü en çok emisyon salan iki endüstri ile birlikte temel enerji endüstrisine endüstriye bindirilmiştir ki bu endüstriler "kok ve rafine petrol ürünleri", "kimya, plastik ürünler ve metalik olmayan mineraller" ve "elektrik, gaz, su, arıtma ve altyapı"dır. Her iki senaryo analizinin de makroekonomik açıdan ürettiği birinci somut çıktı şudur: karbon vergisi nasıl uygulanırsa uygulansın sera gazı emisyonlarını istenilen düzeye indirmekte başarılı olacaktır. Fakat, sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla kullanılacak karbon vergisi "kirleten öder prensibiyle" değil de en fazla kirleten iki endüstri üzerinden uygulanırsa bu politika

sonucu yaşanacak ekonomik daralma, bir başka ifade ile üretim ve istihdam kaybı, daha sınırlı olacaktır. Senaryoların diğer bir ortak bulgusu da şöyledir: karbon vergisi uygulamasının seçimi sadece ekonomik küçülmeyi değil toplanacak vergi gelirini de etkilemektedir. Ne kadar düşük bir ekonomik küçülme ortaya çıkıyorsa, o kadar düşük vergi geliri elde edilmektedir. Bu durumda seçili sektörlerde karbon vergisi uygulamasının getirildiği 2. senaryoda emisyon hedeflerine ulaşılırken ekonomik en düşük daralma oranı ve en düşük vergi geliri elde edilmektedir. Bu durum aslında onarılması gereken ekonomik yaranın küçük olduğu anlamına gelmektedir. Mikroekonomik açıdan elde edilen bir önemli bulgu ise, sera gazı emisyon azaltım hedefi için karbon vergisi uygulamasının kirli endüstrinin tespiti ve bindirilen vergi yükü açısından tutarlı sonuç vermesidir. Bir başka ifade ile, sera gazı emisyon azaltımı ister en kirli iki endüstriden isterse tüm endüstrilere yayılarak yapılsın en fazla sera gazı emisyon azalışının görüldüğü endüstri (aynı zamanda en çok sera gazı emisyonu salan endüstri) “elektrik, gaz, su, arıtma, altyapı”dır. En düşük emisyon azalışının görüldüğü endüstri ise “madencilik ve taş ocakçılığı”dır. Yine endüstri bazında diğer bir bulgu, emisyon azaltımı için uygulanan alternatiflerin üretim düşüşü etkilerinin endüstriler arası girdi-çıkı ilişkisi sebebiyle tüm endüstrilere yayılıyor olmasıdır. Tüm endüstrilere kirlilik paylarına göre karbon vergisi uygulandığında en fazla üretim azalışı “toptan, perakende ticaret, konaklama” endüstrisinde gerçekleşmekte iken, iki yoğun kirletici endüstriye kirlilik paylarına göre bir karbon vergisi uygulandığında üretim azalışının en fazla olduğu endüstri “elektrik, gaz, su, arıtma, altyapı” endüstrisidir. Her iki senaryoda da karbon vergisi uygulaması sonucu en az üretim azalışı ise “motorlu kara taşıtları üretimi” endüstrisinde meydana gelmektedir. Ayrıca iki yoğun kirletici endüstriye ve temel enerji endüstrisine karbon vergisi uygulanmasının ekonomi genelinde daha az üretim kaybına yol açtığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma bulgularına göre, Türkiye’de sera gazı emisyonlarının azaltımı için karbon vergisi uygulaması kısa dönemde çevresel açıdan olumlu sonuç verecek bir politikaadır. Karbon vergisi tüm endüstrilere kirlilik paylarına göre değil, en fazla kirleten endüstriler üzerinden uygulanmalıdır. Böylece vergi yükünün ekonomide yaratacağı daralma etkisi daha sınırlı kalacaktır. Uzun dönemli bakıldığında, yani çok politika tedbirleri değil de yapısal önlemler alınması gerekliliği düşünüldüğünde, bu tedbirlerin özellikle “elektrik, gaz, su, arıtma ve altyapı”, “kimya, plastik ürünler ve metalik olmayan mineraller” ve “taşımacılık ve depolama” endüstrilerindeki üretim teknolojisine odaklanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu endüstrilerde daha az salım yapan bir üretim süreci karbon vergisi gibi bir politikanın üretim ve istihdam daraltıcı etkilerini daha da azaltacaktır.

Çalışmanın bulguları üç açıdan önemli ve farklı sayılabilmektedir. Birincisi, kuramsal çerçeveden bakıldığında çevresel politikaların, en azından sera gazı

emisyonalarına karşı uygulanabilecek karbon vergisi politikasının ancak “zayıf sürdürülebilirlik” prensibi ile uygulanabilecek bir politika aracı olduğu yönündedir. Şöyle ki; burada iktisadi ve çevresel hedefler arasında bir değiş-tokuş ve aralarında bir denge kurmak söz konusudur. Bir başka ifade ile doğal sermayeye verilen bir zarar olası bir çözüm ama bunu azaltmak da daha iyi bir çözüm olarak sunulmaktadır. Azaltmak için elde edilen vergi geliri kamu bütçesine bir gelir oluşturmaktadır. İkincisi, “kirleten öder” prensibi mutlak surette her kirletici endüstrinin kirlettiği oranda bir cezaya/vergiye tabii tutulması anlamına gelmemelidir. Endüstrilerin üretimdeki paylarıyla birlikte kullandıkları enerji ve üretim teknolojileri asıl belirleyici olmalıdır. Bir endüstrinin üretim payının düşük/yüksek ama kirlilik oranı yüksek/düşük olma ihtimali vardır. Son olarak endüstriler arası girdi-çıktı ilişkisi karbon vergileri sonrasında yaratılan endüstri bazında küçülmelerin beklenenden daha fazla ve farklı piyasalarda etki yaratması muhtemeldir.

EKLER

Ek 1

Diğer Vergi İndirimleri Yoluyla Geri Dönüşümü Konu Alan Ampirik Literatür

Kaynak	Yöntem	Zaman Dilimi	Telafi Aracı	Ülke Kapsamı
Allan vd. (2014)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2000-2020	Gelir vergisi	İskoçya
Alton vd. (2014)	Dinamik Genel Denge Modeli	2010-2025	Dolaylı satış vergileri ve kurumlar vergisi	Güney Afrika Cumhuriyeti
Beck vd. (2015)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2012	Emek ve sermaye vergileri	Kanada
Bor ve Huang (2010)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2018	Kişisel gelir vergileri ve kurumlar vergileri	Tayvan
Combet vd. (2010)	Kısmi ve Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2004	Emek vergileri	Fransa
Fachn, Gomez-Plana ve Kverndokk (2009)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli		Emek vergileri	İspanya
Frey (2016)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2007-2010	Dolaylı vergiler	Ukrayna
Gemechu vd. (2014)	Çevresel Girdi-Çıktı Modeli	2007	Kişisel gelir vergisi ve kurumlar vergisi	İspanya
Glomm vd. (2008)	Dinamik Genel Denge Modeli		Sermaye gelirinden alınan vergiler	ABD
Gonzalez (2012)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2006	İmalat sanayinde çeşitli vergiler	Meksika ve ABD
Goulder ve Hafstead (2013)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2013-2040	Kişisel gelir vergisi ve kurumlar vergisi	Amerika
Grottera, Pereira ve Rovere (2015)	Sosyal Hesaplar Matrisi	2005	Emek vergileri	Brezilya
Heerden vd. (2006)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli		Doğrudan ve dolaylı vergiler, gıda malları üzerindeki vergiler	Güney Afrika Cumhuriyeti
Howarth (2006)		2005-2105	Kişisel gelir vergileri	

Ek 1 (devamı)

Li ve Lin (2013)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2007	Enerji vergisi ve karbon vergisi gelirlerini katma değer vergilerini azaltmada kullanmak.	Çin
Liu ve Lu (2015)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2007-2015	Dolaylı tüketim ve doğrudan üretim vergisi	Çin
Manresa ve Sancho (2005)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	1990	Ücret vergileri	İspanya
Majocchi ve Missag Lia (2002)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli		Emek vergileri	AB ülkeleri
Orlov, Grethe ve Donald (2013)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli		Vastıflı ve vastıfsız emek vergileri	Rusya
Rausch ve Reilly (2012)		2006-2050	Kişisel gelir vergileri, kurumlar vergisi ve ücret vergileri	ABD
Roson (2003)	Dinamik Genel Denge Modeli		Emek ve sermaye vergileri	İtalya
Timilsina ve Shrestha (2007)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	1990	Emek vergileri ve enerji dışı mallardaki dolaylı vergiler	Tayland
Williams vd. (2014)	Dinamik Genel Denge Modeli	2012-2014	Emek ve sermaye geliri vergileri	ABD
Vandyck ve Regemorter (2014)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2005-2050	Emek vergileri	Belçika
Zhang vd. (2016)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2010	Dolaylı vergiler	Çin

Kaynak: Yazarlar tarafından ilgili yazından derlenmiştir.

Ek 2
Gelir Transferlerini Konu Alan Ampirik Literatür

Kaynak	Yöntem	Zaman Dilimi	Telafi Aracı	Ülke Kapsamı
Allan vd. (2014)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2000-2020	Genel kamu harcamaları artışı	İskoçya
Alton vd. (2014)	Dinamik Genel Denge Modeli	2010-2025	Hanehalkına sosyal transferler	Güney Afrika Cumhuriyeti
Beck vd. (2015)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2012	Hanehalkına doğrudan transfer	Kanada
Brenner, Riddle ve K.Boyce (2005)			Hanehalkına doğrudan transfer	Çin
Bureau (2011)	Panel Veri Analizi	2003-2006	Hanehalkına doğrudan transfer	Fransa
Combet vd. (2010)	Kısmi ve Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2004	Hanehalkına doğrudan transfer	Fransa
Dissou ve Eyland (2011)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2020	Üretim ve ihracat sübvansiyonu	Kanada
Faehn, Gomez-Plana ve Kverndokk (2009)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli		Hanehalkına doğrudan toplu transfer	İspanya
Gonzalez (2012)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2006	Gıda yardımı	Meksika ve ABD
Grottera, Pereira ve Rovere (2015)	Sosyal Hesaplar Matrisi	2005	Düşük gelirli ailelere doğrudan transfer	Brezilya
Howarth (2006)		2005-2105	Hanehalkına doğrudan transfer	
Liang, Fan ve Wei (2007)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2012-2020	Üretim aktivitelerine sübvansiyon	Çin

Ek 2 (devamı)

Lu, Tong ve Liu (2010)	Dinamik Genel Denge Modeli	2050	Firmalara ve hanehalkına doğrudan transfer	Çin
Majocchi ve Missag Lia (2002)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli		İhracat sübvansiyonu	AB ülkeleri
Meng (2014)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2020	En yoksul hanehalkı dilimlerine doğrudan transfer	Avustralya
Rausch ve Reilly (2012)		2006-2050	Çeşitli transfer ödemelerinin karşılanması	ABD
Timilsina, Csordas ve Mevel (2011)	Dinamik Genel Denge Analizi	2020	Biyoyakıt sübvansiyonu	25 Gelişmiş Ülke
Timilsina ve Shrestha (2007)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	1990	Hanehalkına doğrudan transfer	Tayland
Williams vd. (2014)	Dinamik Genel Denge Modeli	2012-2014	Hanehalkına doğrudan transfer	ABD
Vandyck ve Regemorter (2014)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2005-2050	Hanehalkına doğrudan transfer	Belçika
Yusuf ve Resosudarmo (2007)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2003	Hanehalkına doğrudan toplu transfer	Endonezya
Zhang vd. (2016)	Hesaplanabilir Genel Denge Modeli	2010	Hanehalkına çeşitli sübvansiyonlar	Çin
Zhou vd. (2011)	Dinamik Genel Denge Modeli	2020	Kamu geliri ve hanehalkına transferler	Çin

Kaynak: Yazarlar tarafından ilgili yazından derlenmiştir.

Ek 3**Emek Maliyetinin Azaltılmasını Konu Alan Ampirik Literatür**

Kaynak	Yöntem	Zaman Dilimi	Telafi Aracı	Ülke Kapsamı
Bosello ve Carraro (2001)	Warm Modeli	2030	Tüm çalışanların ve sadece vasıfsız çalışanların brüt ücretleri	AB Ülkeleri
Wendner (2001)	Dinamik Genel Denge Analizi	2020	Kısmen emeklilik sisteminin finansmanı ve emek maliyetleri finansmanı	Avusturya

Kaynak: Yazarlar tarafından ilgili yazından derlenmiştir.

Ek 4**Endüstrilere Göre Sera Gazı Emisyon Payları Yüzdesi (2014)**

1	Tarım , Orman ve Balıkçılık	0.079
2	Madencilik ve Taşocaklığı	0.005
3	Gıda, İçecekler ve Tütün Ürünleri	0.035
4	Tekstil, Giyim Eşyası, Deri ve İlgili Ürünler	0.018
5	Kok ve Rafine Petrol Ürünleri	0.036
6	Kimya, Plastik Ürünler ve Metalik Olm. Mineraller	0.167
7	Ana Metaller	0.038
8	Motorlu Kara Taşıtları Üretimi	0.005
9	Orman Ürünleri, Kağıt ve Mobilya	0.009
10	Metal, Elektronik, Optik ve Diğer İmalat	0.008
11	Elektrik, Gaz, Su, Arıtma, Altyapı	0.369
12	İnşaatlar ve İnşaat İşleri	0.042
13	Taşımacılık ve Depolama	0.129
14	Toptan, Perakende Ticaret, Konaklama	0.017
15	Hizmet	0.044

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Kaynaklar

- ALLAN, G., LECCA, P., MCGREGOR, P. ve SWALES, K. (2014), "The Economic and Environmental Impact of Carbon Tax for Scotland: A Computable General Equilibrium Analysis", *Ecological Economics*, 100: 40-50.
- ALTON, T., ARNDT, C., DAVIES, R., HARTLEY, F., MAKRELOV, K., THURLOW, J. ve UBOGU, D. (2014), "Introducing Carbon Taxes in South Africa", *Applied Energy*, 116, 344-354.
- AYDOĞUŞ, O. (1999), *Girdi-Çıktı Modellerine Giriş*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- BECK, M., RIVERS, N., WIGLE, R. ve YONEZAWA, H. (2015), "Carbon Tax and Revenue Recycling: Impacts on Households in British Columbia", *Resource and Energy Economics*, 41, 40-69.
- BOR, Y. J. ve HUANG Y. (2010), "Energy Taxation ve The Double Dividend Effect in Taiwan's Energy Conservation Policy-An Emprical Study Using A Computable General Equilibrium Model", *Energy Policy*, 38, 2086-2100.
- BOSELLO, F. ve CARRARO, C. (2001), "Recycling Energy Taxes: Impacts on a Disaggregated Labour Market", *Energy Economics*, 23, 569-594.
- BOUZAHER, A., ŞAHİN, Ş. ve YELDAN, E. (2015), "How to Go Green: A General Equilibrium Investigation of Environmental Policies for Sustained Growth With an Application to Turkey's Economy", *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 8 (1), 49-76.
- BRENNER, M., RIDDLE, M. ve BOYCE, K. J. (2005), "A Chinese Sky Trust? Distributional Impacts of Carbon Charges and Revenue Recycling in China", http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1189&context=peri_workingpapers (erişim tarihi: 20.07.2016).
- BUREAU, B. (2011), "Distributional Effects of A Carbon Tax on Car Fuels in France", *Energy Economics*, 33, 121-130.
- COMBET, E., GHERSI, F., HOURCADE, J. C. ve THERY, D. (2010), "Carbon Tax and Equity: The Importance of Policy Design", *Critical Issues in Environmental Taxation*, 8, 277-295.
- DISSOU, Y. ve EYLAND, T. (2011), "Carbon Control Policies, Competitiveness and Border Tax Adjustments", *Energy Economics*, 33, 556-564.
- FAEHN, T., GOMEZ-PLANA, A. G. ve KVERNDOKK, S. (2009), "Can A Carbon Permit System Reduce Spanish Unemployment", *Energy Economics*, 31, 595-604.
- FREY, M. (2016), "Assessing The Impact of A Carbon Tax in Ukraine", *Climate Policy*, 17 (3), 378-396.
- GEMECHU, E. D., BUTNAR, I., LLOP, M. ve CASTELLS, F. (2014), "Economic and Environmental Effects of CO₂ Taxation: An Input-Output Analysis for Spain", *Journal of Environmental Planning and Management*, 57 (5), 751-768.
- GLOMM, G., KAWAGUCHI, D. ve SEPULVEDA, F. (2008), "Green Taxes and Double Dividends in a Dynamic Economy", *Journal of Policy Modeling*, 30, 19-32.
- GONZALEZ, F. (2012), "Distributional Effects of Carbon Taxes: The Case of Mexico", *Energy Economics*, 34, 2102-2115.
- GOULDER, L. H. ve HAFSTEAD, M. A. C. (2013), "Tax Reform and Environmental Policy: Options for Recycling Revenue from A Tax on Carbon Dioxide", <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-13-31.pdf>. (erişim tarihi: 10.07.2016).

- GROTTERA, C., PEREIRA JR, A. O. ve LA ROVERE, E. L. (2015), "Impacts of Carbon Pricing on Income Inequality in Brazil", *Climate and Development*, <http://dx.doi.org/10.1080/17565529.2015.1067183>. (erişim tarihi: 10.07.2016).
- GÜL, Z.B. (2017), "Construction Industry in Turkey: An Input-Output Analysis Using the World Input-Output Database (WIOD) For The 2002-2011 Periods", *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, 31 (1), 157-174.
- HEERDEN, J. V., BLIGNAUT, J., MABUGU, M., GERLAGH, R., HESS, S., TOL, R., HORRIDGE, M., MABUGU, R., WIT, M. ve LETSOALA, T. (2006), "Redistributing Environmental Tax Revenue to Reduce Poverty in South Africa: The Cases of Energy and Water", *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 9 (4), 537-552.
- HOOPWOOD, B., MELLOR, M. ve O'BRIEN, G. (2005), "Sustainable Development: Mapping Different Approaches", *Sustainable Development*, 13, 1-42.
- HOWARTH, R. B. (2006), "Optimal Environmental Taxes Under Relative Consumption Effects", *Ecological Economics*, 58, 209-219.
- KAYPAK, Ş. (2011), "Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir Bir Çevre", *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13 (20), 19-33.
- LIANG, Q. M., FAN, Y. ve WEI, Y. M. (2007), "Carbon Taxation Policy in China: How to Protect Energy- and Trade-Intensive Sectors?", *Journal of Policy Modeling*, 29, 311-333.
- LI, A. ve LIN, B. (2013), "Comparing Climate Policies to Reduce Carbon Emissions in China". *Energy Policy*, 60, 667-674.
- LIU, Y. ve LU, Y. (2015), "The Economic Impact of Different Carbon Tax Revenue Recycling Schemes in China: A Model-Based Scenerio Analysis", *Applied Energy*, 141, 96-105.
- LU, C., TONG, Q. ve LIU, X. (2010), "The Impacts of Carbon Tax and Complementary Policies on Chinese Economy", *Energy Policy*, 38, 7278-7285.
- MANRESA, A. ve SANCHÓ, F. (2005), "Implementing A Double Dividend: Recycling Ecotax Towards Lower Labour Taxes", *Energy Policy*, 33, 1577-1585.
- MAJOCCHI, A. ve MISSAG LIA, M. (2002), "Environmental Taxes and Border Tax Adjustments AnaEconomicaAssessment". <http://www.siepweb.it/siep/images/joomd/1398076448127.pdf>. (erişim tarihi: 5.07.2016).
- MENG, S. (2014), "How May A Carbon Tax Transform Australian Electricity Industry? A CGE Analysis", *Applied Economics*, 46 (8), 796-812.
- MUNASINGHE, M. (2001), "Sustainable Development and Climate Change: Applying the Sustain Economics Transdisciplinary Meta-Framework", *International Journal of Global Environmental Issues*, 1 (1), 13-55.
- ORLOV, A., GRETHE, H. ve MCDONALD, S. (2013), "Carbon Taxation in Russia: Prospects for A Double Dividend and Improved Energy Efficiency", *Energy Economics*, 37, 128-140.
- PYATT, G ve ROUND, J. (1979), "Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework", *The Economic Journal*, 89 (356), 850-873.
- RAUSCH, S. ve REILLY, J. (2012), "Carbon Tax Revenue and the Budget Deficit: A Win-Win-Win Solution?" Science MIT Joint Program Policy. https://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2012/09/MITJPSPGC_Rpt228.pdf (erişim tarihi: 10.07.2016).
- REPETTO, R. (1992), "Accounting for Environmental Assets", *Scientific American*, 266 (6), 94-100.
- ROSON, R. (2003), "Climate Change Policies and Tax Recycling Schemes: Simulations with A Dynamic General Equilibrium Model of The Italian Economy", *Review of Urban & Regional Development Studies*, 15 (1), 26-44.

- TIMILSINA, G. R. ve SHRESTHA, R. M. (2007), “Alternative Tax Instruments for CO₂ Emission Reduction asand Effects of Revenue Recycling Schemes”, *Energy Studies Review*, 15 (1), 19-48.
- TIMILSINA, G. R. CSORDAS, S. ve MEVEL, S. (2011), “When Does A Carbon Tax on Fossil Fuels Stimulate Biofuels?”, *Ecological Economics*, 70, 2400-2415.
- Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı. (2013), *Onuncu Kalkınma Planı (2014 – 2018)*, Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- TELLİ, Ç., VOYVODA, E. ve YELDAN, E. (2008), “Economics of Environmental Policy in Turkey: A General Equilibrium Investigation of The Economic Evaluation of Sectoral Emission Reduction Policies for Climate Change”, *Journal of Policy Modeling*, 30, 321-340.
- VANDYCK, T. ve REGEMORTER, V. D. (2014), “Distributional and Regional Economic Impact of Energy Taxes in Belgium”, *Energy Policy*, 72, 190-203.
- WENDNER, R. (2001), “An Applied Dynamic General Equilibrium Model of Environmental Tax Reforms and Pension Policy”, *Journal of Policy Modeling*, 23, 25-50.
- WILLIAMS, C.C. ve MILLINGTON, A.C. (2004), “The Diverse and Contested Meanings of Sustainable Development”, *The Geographical Journal*, 170 (2), 99-104.
- WILLIAMS, R. C., GORDON, H., BURTRAW, D., CARBONE, J. C. ve MORGENSTERN, R. D. (2014), “The Initial Incidence of A Carbon Tax Across Income Groups”. <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-14-24.pdf>. (erişim tarihi: 25.07.2016).
- YELDAN, E. ve VOYVODA, E. (2015), “Türkiye İçin Düşük Karbonlu Kalkınma Yolları ve Öncelikleri”. WWF-Türkiye Araştırma Raporu, İstanbul.
- YELDAN, E., AŞICI, A. A., YILMAZ, A., ÖZENÇ, B., KAT, B., ÜNÜVAR, B., VOYVODA, E., TURHAN, E., TAŞKIN, F., DEMİRER, G., YÜCEL, İ., KURNAZ, L., ÇAKMAK, Ö. İ., BERKE, M. Ö., BALABAN, Ö., İPEK, P., SARI, R., MAZLUM, S. C., ACAR, S., SOYTAŞ, U., ŞAHİN, Ü. ve KULAÇOĞLU, V. (2016), “Ekonomi Politikaları Perspektifinden İklim Değişikliğiyle Mücadele”, TÜSİAD Araştırma Raporu, Yayın No: TÜSİAD- T/2016,12 – 583, İstanbul.
- YENİ, O. (2014). “Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma: Bir Yazın Taraması”, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (3), 181-208.
- YUSUF, A. ve RESOSUDARMO P. B. (2007), “On the Distributional Impact of a Carbon Tax in Developing Countries: The Case of Indonesia”. https://een.anu.edu.au/download_files/een0706.pdf. (erişim tarihi: 20.07.2016).
- ZHANG, X., GUO, Z., ZHENG, Y., ZHU, J. ve YANG, J. (2016), “A CGE Analysis of The Impacts of A Carbon Tax on Provincial Economy in China”, *Emerging Markets Finance and Trade*, 52 (6), 1372-1384.
- ZHOU, S., SHI, M., LI, N. ve YUAN, Y. (2011), "Impacts of Carbon Tax Policy on CO₂ Mitigation and Economic Growth in China", *Advances in Climate Change Research*, 2 (3), 124-133. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21582>. (erişim tarihi: 10.10.2016).
- <http://bigpicture.unfccc.int/#content-the-parisagreemen> (erişim tarihi: 10.10.2016).
- https://www.csb.gov.tr/db/turkce/editordosya/The_INDC_of_TURKEY_v_15_19_30-TR.pdf (erişim tarihi: 01.02.2017).

Extended summary

Impact analysis of alternative carbon tax applications to reduce greenhouse gas emissions: Findings for the year 2018

Abstract

Turkey is a country with lower responsibility in total greenhouse gas emissions but with high rates of increase in emissions at the same time. In order to contribute to the international climate change policies Turkey has to control fossil fuel use and industrial processes. This study aims at creating alternative carbon tax policy applications that would comply with economic growth targets of Turkey while reducing greenhouse gas emissions. Policy advice is developed basing on the scenarios in which carbon tax is applied on all industries accordingly with "polluter pays principle" i.e. according to their share in emissions or on two most polluting industries and one main energy industry. According to the analyses in which 2012 input-output matrix of Turkish Statistics Institute is used, using carbon tax on most polluting two industries seems to be a more feasible policy when environmental and economic outcomes are considered.

Key words: Greenhouse gas emissions, carbon tax, input-output analysis

Jel cods: C67, H23, Q5, R11

The level of greenhouse gas emissions of Turkey was 207.8 mtCO₂e (million tons of carbon dioxide equivalents) in 1990, but reached at 467.6 mtCO₂e in 2014. In accordance with the Paris Agreement adopted at the climate change conference on December 2015 in Paris, it was decided that the increase in global average temperature should be kept well below 2 °C compared to the pre-industrial period, and that the parties should struggle to limit the increase at 1,5 °C (Yeldan et al., 2016: 37). In Turkey's recent official document -"National Contribution Statement of Turkey"- which presents the greenhouse gas emission target of Turkey, it is stated that in 2030 total emissions will be reduced about 21% to 929 million tons of CO₂ equivalent from 1.175 million tons (<https://www.csb.gov.tr/> 01.02.2017). To carry out the National Contribution Statement of Turkey, it is beneficial to examine the issue within the relevant economic national and industrial plans and policies. In this respect, the targets and policies in Turkey's Tenth Development Plan ⁵ are of great importance. As a result of policies to be implemented according to the Tenth Development Plan covering the period 2014-2018, the real GDP is projected to increase by an average of 5.5%. The most important issue on this path is that the economic policies to be implemented for emission reduction do not contradict the growth targets of the economy. In this study, impact analysis of

⁵ T. C. Ministry of Development (Ministry of Development of the Republic of Turkey). (2014). Tenth Development Plan (2014 - 2018) Energy Efficiency Improvement Program Action Plan. T. C. Ministry of Development, Ankara. <http://www.kalkinma.gov.tr/documents/>. (access date: 20.01.2017).

alternative implications of carbon taxing is carried out which is one of the most efficient policy tools used to reduce greenhouse gas emissions. The main methodology and empirical tool used in the study is year-2012 input-output matrix of Turkish Statistics Institute.

Two main scenarios are simulated in the analyses. In the first scenario, carbon tax is applied on all industries accordingly with their share in total emissions (“polluter pays principle”). In the second scenario, carbon tax is applied on the two most greenhouse gas emitter industries and on one main energy industry. In both scenarios priority is given to calculate the exact tax rate that would take the economy to emission targets and then the economic cost of this tax policy is evaluated.

In the environmental front; the “electricity, gas, water and infrastructure”, “chemicals, plastic materials and non-metallic minerals” and “transportation and storage” industries are found to be the ones in which emission reduction occurs at highest rate in the 1st Scenario. The first two industries above are also the ones with highest emission reduction in the 2nd Scenario as well. In the 1st Scenario, the lowest emission reduction is observed in “mining and quarrying”, “motor vehicles production” and “metallic, electronic, optical material and other production” industries. In the 2nd Scenario, the lowest emission reduction is experienced in “coke and refined petroleum products” industry.

In the economic front; in the 1st scenario, the highest rate of production fall is experienced in "wholesale, retail trade and accommodation" and "services" industries. The least production fall is observed in “production of motor vehicles”, "forestry products, paper and furniture" and "metallic, electronic and optical products" industries. In the 2nd scenario, "electricity, gas, water and infrastructure" and "chemicals, plastic materials and non-metallic mineral" industries are the one in which the highest rate of production fall is observed. The “production of motor vehicles” and "food, beverages and tobacco production" experience the least production fall.

In the 1st Scenario in which carbon tax is applied on all industries according to their shares in total greenhouse gas emissions, the policy created a contraction of about %12,5 in the overall economy, whereas this contraction rate in the 2nd Scenario where carbon tax is applied only on selected industries is about %0,85. If the year 2018 target growth rate of %5,9 is taken into account, apparently carbon tax policy carries the economy far from the growth target if no compensatory policy is in place. The main finding of the empirical analyses is that taxing the most polluter industries rather than taxing them accordingly with "polluter pays principle" will create less contraction in the economy and reaching environmental goals in this respect will be less costly.